

## **Concepciones Epistemológicas de Estudiantes de Ingeniería. Estudio exploratorio durante el primer curso de física universitaria**

**Cecilia Pérez Millán<sup>1</sup>, Sebastián Otranto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), Av. Alem 1253, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina

<sup>2</sup> Departamento de Física, Instituto de Física del Sur (IFISUR), Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. Alem 1253, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina.

<sup>1</sup> [ceciliaperezmillan@yahoo.com.ar](mailto:ceciliaperezmillan@yahoo.com.ar)

### **Resumen**

Este trabajo presenta la descripción de algunas concepciones epistemológicas de un grupo de estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional del Sur de Bahía Blanca, Argentina, las cuales fueron relevadas durante su primer curso de física universitaria. La misma representa un recorte de la primera investigación en el área de enseñanza de la física que se realizó en este contexto. Por otro lado, como la fundamentación teórica sustenta, las concepciones epistemológicas influyen el modo en que los estudiantes se vinculan con el contenido, razón por la cual explorarlas permitirá tenerlas en cuenta, ser el punto de partida para otras investigaciones y para el desarrollo de intervenciones didácticas. A partir de una metodología cualitativa, llevada a cabo mediante entrevistas semiestructuradas, se categorizaron diferentes concepciones: enseñar, aprender, ciencia, física y el papel de física en la ingeniería. Del presente estudio se desprende que un alto porcentaje de los estudiantes entrevistados mostró falta de claridad en las concepciones indagadas, en particular respecto a la ciencia. En contraste, la mayoría identifica a la física como fundamental en su formación aún cuando no puedan relacionar contenidos específicos de esta disciplina con los propios de la ingeniería.

**Palabras clave:** concepciones epistemológicas; enseñanza de la física; estudiantes de ingeniería

## **Introducción**

En este trabajo se presentan los resultados del análisis realizado de entrevistas semiestructuradas de estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional del Sur, Argentina, mientras cursaban la primera materia de física.

La motivación del trabajo surge a partir de uno de los problemas recurrentes a lo largo de los cuatrimestres: estudiantes que no logran aprobar la etapa de cursado de la materia y se sorprenden frente a los resultados obtenidos en los exámenes porque afirman haberse esforzado mucho en sus estudios. El marcado contraste entre los conocimientos que los estudiantes creen haber asimilado y los resultados en los exámenes, fue el punto de partida para desarrollar un plan de investigación de tipo exploratorio, del cual el presente trabajo representa un recorte que muestra los resultados sobre algunas concepciones epistemológicas indagadas.

Si bien existen muchas propuestas didácticas para implementar, que han probado ser efectivas en otros contextos, en el contexto de enseñanza de la Universidad Nacional del Sur nunca se había llevado a cabo una investigación en enseñanza de la física. Se buscó explorar e interpretar la forma en que los alumnos conciben la asignatura que estudian, de manera que en un futuro sea posible encontrar formas de comunicación que tengan en cuenta lo que los estudiantes creen y así propiciar mayor autonomía en el aprendizaje y este proceso se pueda transitar como un proceso activo, idiosincrático, que se favorece del intercambio con docentes y compañeros (Díaz-Bárriga Arceo y Hernández Rojas, 2002).

## **Objetivo de investigación**

Dentro del recorte de la investigación que se presenta en este trabajo se planteó el siguiente objetivo específico:

- Explorar las diferentes concepciones sobre enseñar, aprender, física, el papel de la física en la ingeniería y la ciencia misma a fin de poder realizar una descripción de estas concepciones.

## **Fundamentación teórica**

El marco teórico de esta investigación se fundamentó en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1978, 2000) quien puso el énfasis de su teoría en la estructura

cognitiva de la persona concreta que aprende. Establece que deben existir ideas o ideas previas pertinentes para que el material que presenta potencialidad significativa y significado lógico pase a tener significado psicológico. Sin embargo, a los fines del presente trabajo es relevante destacar que no sólo son relevantes las ideas previas sino que también hay otros factores de influencia como las concepciones que el propio aprendiz tiene sobre el proceso de enseñanza, el proceso de aprendizaje y las concepciones sobre la disciplina. Se entiende como concepciones epistemológicas de un estudiante al conjunto de ideas sobre, en este contexto particular, la enseñanza, el aprendizaje, la ciencia y la física. (Hammer y Elby, 2002)

La investigación en enseñanza de la física ha documentado que los conocimientos que poseen los estudiantes de la experiencia cotidiana y la instrucción anterior de sus clases de física afecta a la forma en que interpretan lo que se les enseña (Campanario y Otero 2000; Hammer y Elby, 2002; Elby, 2010; Moreno, Moya, Campanario y Otero, 1998) sostienen que las concepciones epistemológicas de los estudiantes pueden ser orientadoras del proceso de aprendizaje u obstaculizadoras, por eso la importancia de hacer explícita su influencia.

En particular, en el campo de la física, las investigaciones de diSessa publicadas en 1993 y Hammer en 1994 (en Campanario y Otero, 2000) dan cuenta de distintos recursos epistemológicos que poseen los estudiantes sobre la disciplina. Por ejemplo, física está orientada a fines específicos y no a leyes generales o es un conjunto de símbolos que articulan algunos conceptos. Las concepciones que los alumnos mantienen inciden en su actitud frente al aprendizaje. “En el desempeño de lo que los alumnos realizan interactúa, lo que los alumnos saben (ideas previas), saben hacer (estrategias de razonamiento), creen (concepciones epistemológicas) y creen que saben (metacognición)” (Campanario y Otero, 2000, p.156) En este mismo trabajo los autores también daban cuenta que en contraste con los trabajos existentes sobre ideas previas, el número de investigaciones sobre las concepciones epistemológicas de los alumnos y su influencia en el aprendizaje de las ciencias era considerablemente menor.

## **Metodología**

La investigación se realizó dentro de un marco metodológico de tipo cualitativo con carácter exploratorio (Otero y Harlow, 2009). En este tipo de investigación puede ser útil para lograr nuevas inferencias acerca de los tipos de acciones que impulsan conductas observables en situaciones similares, pero puede no ser generalizable más allá del propio momento de la investigación o más allá del contexto (Schulman, 1989).

La dinámica de la misma exige que el investigador se sumerja en el entorno social e interactúe con los sujetos de la investigación en un intento de entender su punto de vista dentro de una situación dada. Dado que la investigación requiere la interacción interpersonal, el investigador debe observar a lo largo de la misma su propio comportamiento tomando conciencia de los propios prejuicios y creencias (Hutchinson, 1988).

El presente trabajo, de tipo exploratorio dentro de un marco metodológico de tipo cualitativo, realizó la toma de datos mediante una entrevista semiestructurada (Taylor y Bogdan, 1987). Este tipo de entrevista se basa en una conversación guiada sobre la base de un plan de investigación con un esquema flexible de interrogación. Al momento de la transcripción, dentro de los tres niveles de edición propuestos por Farías y Montero (2005), se optó por el de nivel medio. Esto implicó cierto nivel de intervención sobre el texto, tal como la eliminación de muletillas y otros detalles minuciosos del discurso oral, pero sin agregar en ningún momento frases o palabras que no hayan sido efectivamente pronunciadas por los informantes.

En nuestro caso, se trató de una conversación solicitada explícitamente por el entrevistador, quien durante el cuatrimestre de la investigación, no formó parte del plantel docente de ninguna de las cátedras de Física I. La entrevista se realizó en un solo encuentro, luego de rendir y aprobar el primer parcial, de Física I. Los sujetos de la investigación fueron estudiantes de ingeniería.

Con el sustento proporcionado por el marco teórico, se realizó una serie de preguntas acorde a los objetivos de investigación (ver Figura 1). El objetivo prioritario de la entrevista fue proporcionar un marco dentro del cual los entrevistados pudieran expresarse con sus propias palabras, en un ámbito sin relación con la asignatura. El entrevistador dispuso de un

«guión» una serie de preguntas sobre los temas a tratar a lo largo de la entrevista. El orden en el que se abordaron los diversos temas y el modo de formular las preguntas fue orientado por la valoración del entrevistador en el momento del encuentro. En torno a cada tema se buscó establecer una conversación personal, preguntando y explicando el sentido de las preguntas y pidiendo explicaciones al entrevistado si fuera necesario. Se realizaron preguntas sencillas y directas, con el objetivo de obtener datos a partir de la información verbal que permitieran conocer qué podían explicitar sobre sus propias concepciones en torno a la ciencia, a la física, el proceso de enseñanza, el proceso de aprendizaje. El objetivo del análisis fue comprender a las personas y sus ideas.

Dado el carácter exploratorio de la investigación, se analizó desde la óptica de los referentes teóricos, pero las categorías que se presentan en los resultados emergieron del análisis. El mismo entrevistador realizó las transcripciones con las cuales se trabajó en forma iterativa para proceder a la codificación que permitiera identificar patrones y así categorizar las respuestas de los estudiantes.

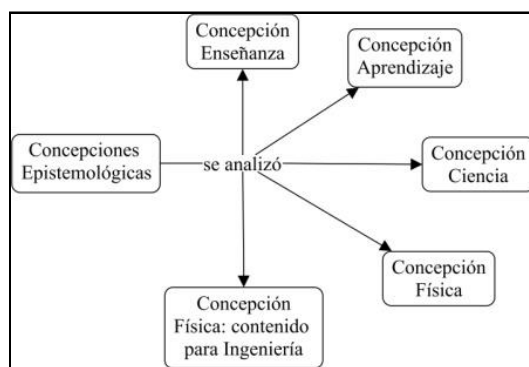


Figura 1: Concepciones sobre las que se preguntó a los estudiantes durante las entrevistas.

## Resultados

Se realizó el análisis de 22 entrevistas. Los resultados del análisis se presentan en tablas que indican nombre y código de la categoría, junto con su descripción, un dato que la ejemplifica (se utilizó sólo una cita como dato por una cuestión de extensión) y la frecuencia de las categorías identificadas. La frecuencia puede no coincidir con el número total de entrevistas porque no se obtuvieron datos o en algunos casos en una respuesta podía identificarse más de una categoría.

### *Concepciones de enseñanza y de aprendizaje*

Dentro de la caracterización que los estudiantes dieron sobre el concepto de enseñanza se identificaron dos categorías que se indican en la Tabla 1. Las respuestas se encontraban dentro de una sola categoría: indicaban que la enseñanza estaba relacionada con transmitir los conocimientos, sin reparar en el destinatario de la enseñanza, o indicaban que la forma de enseñar tenía que estar dirigida a la comprensión de la otra persona. La mayoría de los estudiantes, aproximadamente el 60%, asociaron enseñanza a transmitir el contenido, esta concepción está asociada a la enseñanza centrada en el profesor que se encuentra desvinculado de una presentación de contenidos con potencialidad significativa (Ausubel, 1978; Díaz-Bárriga Arceo y Hernández Rojas, 2002). Por otro lado, un 36% asocia la enseñanza a la comprensión del alumno.

Tabla 1. Categorías de las Concepciones de Enseñanza.

<b>Categoría</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dato</b>	<b>Frecuencia</b>
Transmitir	T	identifica la enseñanza con transmitir el conocimiento	“transmitirle al alumno los conocimientos”(E7)	13
Hacer entender	HE	identifica la enseñanza a partir del objetivo que le asignan: lograr la comprensión del otro	“pasarle tus conocimientos a otra persona, de manera que esa persona lo entienda”(E17)	8

Tabla 2. Categorías de las concepciones de aprendizaje

<b>Categoría</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dato</b>	<b>Frecuencia</b>
Incorporar	I	sumar nuevos conocimientos	“asimilar, una idea...” (E15)	9
Entender	E	vinculado a la comprensión del contenido de estudio	“no sé, tratar de entender... en este caso te está enseñando un profesor, entender la idea que te está explicando el profesor, agarrar el concepto que te está tratando de explicar” (E3)	7
Entender y poder explicar	EE	esta categoría más amplia que la anterior, implica lograr la comprensión y poder comunicarlo	“sería que lo que yo rinda en este momento, que después lo pueda seguir interpretando y explicárselo a alguien...”(E5)	4

En cuanto a las concepciones de aprendizaje se identificaron tres categorías que se indican en la que se presenta en la Tabla 2. Las categorías se analizaron desde la perspectiva propuesta por Moreira (2010) para describir el aprendizaje en un continuo de extremos memorístico y significativo. La categoría ‘I’ indica sumar conocimientos, asociado más sobre el extremo del aprendizaje memorístico, donde el estudiante indica incorporar, pero sin hacer referencia sobre establecer relaciones con el contenido de su propia estructura cognitiva. Por otro lado, en la categoría ‘E’ el estudiante logra comprender el tema. Dentro de esta categoría, hay una subcategoría ‘EE’ donde los estudiantes indican que lograr la comprensión implica entonces la capacidad de poder comunicarlo, dando indicio de entender el aprendizaje como proceso activo. Las respuestas de los estudiantes se encuentran en una sola de las tres categorías indicadas. Aproximadamente el 60% de los estudiantes asocia aprender con entender. Dos de los estudiantes no lograron dar una respuesta y un 32% que asocia aprender con incorporar los contenidos. En el continuo de aprendizaje memorístico-significativo se podría considerar que los estudiantes que asocian aprender con la comprensión, están más cerca del extremo de aprendizaje significativo mientras que los otros estudiantes están más cerca del extremo de memorístico.

#### *Concepciones ciencia, física y física en ingeniería*

Se pidió a los estudiantes que definieran Ciencia y física. Respecto a la ciencia, 11 estudiantes, un 50%, no dieron una respuesta. En cuanto al resto las respuestas se categorizaron y se describen en la Tabla 3. La primera categoría identificada ‘CON’ se refiere a las respuestas que dan los estudiantes, donde expresan una idea, pero no pueden ser más específicos. En la categoría ‘NAT’ los estudiantes reflexionan sobre la respuesta, identifican que implica el estudio de la naturaleza, pero no agregan otra idea. En la categoría ‘NAT-E’ los alumnos también indican que la ciencia se relaciona con el estudio de la naturaleza, pero indican otra característica que da mayor claridad al indicar ‘es un estudio de...’ estas características varían en las respuestas, pero se refieren al hecho de que la ciencia pretende explicar o dar respuestas mediante la búsqueda de evidencias.

En ningún caso hacen distinción alguna entre las ciencias sociales y naturales, pero las respuestas pueden asociarse a un intento de explicar las ciencias naturales dado el marco en el cual se realizaron las entrevistas.

Tabla 3. Categorías de las concepciones de ciencia

Categoría	Código	Descripción	Dato	Frecuencia
Conocimiento	CON	Se daba una frase concisa sobre la que no podían realizar mayor explicitación	“y la ciencia es un conjunto de conocimiento... y te lo digo así... muy...mmm...” (E10)	3
Naturaleza	NAT	Estudio de la naturaleza	“permite describir algo, en este caso lo que sucede en la naturaleza, no sé, interacciones”(E20)	5
Naturaleza-Explicación	NAT-E	Se identifica con el estudio, agrega otra característica: buscar respuestas, experimentar, etc....	“estudia algo, pero ¿cómo se dice?, lo puede demostrar, no basta con el hecho de estudiar algo sino que se puede demostrar prácticamente”(E21)	8

Se preguntó específicamente por la ciencia que en particular estaban estudiando, física. Las concepciones identificadas se describen en la Tabla 4. En la categoría ‘NAT’ igual que la categoría en las concepciones de ciencia se identifica física como el estudio de la naturaleza. Dentro de física, hay estudiantes que la asocian al uso de la Matemática. Hay estudiantes que no logran definir, y otros que intentan explicar a partir del contenido de Física I, que son aquellos en la categoría ‘FI’. En esta pregunta, como se muestra en la Tabla 4, entrevistas identifican física con una ciencia, aunque 2 de esos casos no supieron explicitar qué es la ciencia. Dos de los estudiantes no supieron qué responder y dos lo relacionaron con los temas de Física I, en particular el movimiento. La mayoría, un 80%, identifica física con el estudio de la Naturaleza.

Se preguntó a los estudiantes el sentido de tener física en ingeniería. Las respuestas se vinculan al contenido, al desarrollo de habilidades de pensamiento o a la obligación de tenerla. En la Tabla 5 se describen las categorías. En la entrevista 9, el entrevistado hace alusión a la CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria), órgano del cual dependen las acreditaciones de las diversas carreras dictadas en las Universidades Nacionales de Argentina.



Tabla 4. Concepciones sobre física.

Categoría	Código	Descripción	Dato	Frecuencia
Naturaleza	NAT	Relacionada con la naturaleza	“es una ciencia que estudia los fenómenos físicos, o la forma en qué suceden las cosas” (E16)	13
Matemática-Naturaleza	MAT-NAT	Relacionada al uso de la Matemática para ver la naturaleza	“es la matematización del mundo real” (E22)	5
FI	RFI	Relacionada al contenido de Física I	“No sé muy bien. Pero... estudiar... los movimientos que tienen los cuerpos, las fuerzas que hay, muy bien no sé.” (E1)	2

Dentro de las respuestas vinculadas al contenido se identifican respuestas que vinculan a la necesidad del contenido en el futuro ‘CONT-FUT’, sin explicitar razones y otros que vinculan con ejemplos vinculados a la ingeniería ‘CONT-ING’. Sólo 4 estudiantes (un 18%) no pudieron darle un sentido a estudiar física, el resto sí lo hace: la identifican con claridad como materia específica de la ingeniería en la categoría ‘CONT-ING’ que es la de mayor frecuencia o sin explicitar saben qué su contenido será útil ‘CONT-FUT’, y sino se indica que posibilita pensar. En algunas respuestas se identificó más de una categoría.

Tabla 5. Categorías de las concepciones del papel de física en la ingeniería.

Categoría	Código	Descripción	Dato	Frecuencia
Futuro	CONT-FUT	El contenido se va a usar en el futuro	“porque es algo muy presente en lo que vamos a hacer más adelante” (E14)	7
Ingeniería	CONT-ING	Se ejemplifica con cuestiones propias de la ingeniería	“no entendés cómo reaccionaría el... edificio al viento, cómo se movería, se te puede derrumbar o cualquier cosa, o un puente... sino entendés la física de los materiales y todo eso, no podés hacer nada” (E19)	10
Pensamiento	PENS	Se vincula con adquirir habilidades de pensamiento	“de todo el aprendizaje que te da, te abre la cabeza y te lleva a razonar mejor las cosas” (E6)	7
Obligación	OBL	Se relaciona con el mandato, sin dar otras razones posibles	“porque la CONEAU no nos aprobaba la carrera y tuvieron que ponerlo ...” (E9)	4

## Conclusiones

Acorde al objetivo específico presentado en este trabajo, el trayecto de investigación permitió explorar diferentes concepciones proporcionando una categorización para describirlas. En el marco del proceso de entrevistas realizado, se encontró que los estudiantes no tienen en claro algunas concepciones, sin embargo, y a pesar de no poder explicar qué es la ciencia o qué es la física, sólo cuatro de ellos tenían una visión de la materia como una obligación. Los demás identificaban que física era una parte importante de la ingeniería, y aún en casos en que no sabían cómo el contenido era importante para su carrera, identificaban que desarrollaban capacidades de pensamiento.

En los resultados se muestran categorías que emergieron del análisis, en particular, la concepción de ciencia no la podían expresar verbalmente o lo hacían de manera vaga, por lo que la toma de datos resulta insuficiente para determinar con qué caracterización de ciencia se podría asociar la visión de los estudiantes. Hammer y Elby (2002) en su desarrollo teórico sobre concepciones epistemológicas continuaron este trabajo, desarrollando el constructo ‘recursos epistemológicos’, que serían aquellas concepciones epistemológicas que se activan en cada caso según el contexto específico, al resolver un problema o describir una situación, estos recursos no serían necesariamente explícitos y podrían no ser verbalizados en una entrevista sino que se activarían en el contexto específico del aula o de estudio. Se considera que no sólo se debería indagar a la concepción en otro contexto y con otros instrumentos, sino avanzar y buscar correlación con el aprendizaje a fin de evaluar si propician u obstaculizan. En este sentido se podrían proponer y evaluar estrategias didácticas que incorporen las concepciones en forma explícita para compartir significados y favorecer la comprensión del contenido propio de Física I.

Si bien, uno de los objetivos para la educación superior es que los alumnos alcancen autonomía como aprendices, las concepciones epistemológicas que influyen en este proceso, no son actualmente una parte formal de la enseñanza institucional. Campanario y Otero (2000) consideran que las concepciones epistemológicas pueden formar parte, enriquecer el conocimiento metacognitivo e indican que:

el enseñar a los alumnos a aprender sería, además de un objetivo relevante en sí mismo, un poderoso medio para conseguir alcanzar los demás objetivos educativos. En este empeño, las capacidades de autorregulación de los alumnos y la metacognición desempeñan un papel fundamental. (Campanario y Otero, 2000, p.163)

En consonancia con la cita anterior y como continuación de este trabajo de investigación en el ámbito de la UNS, se plantea también el desarrollo de las estrategias metacognitivas a fin de proporcionar autonomía a los estudiantes para que aprendan a aprender.

### Referencias bibliográficas

- Ausubel, D (1978). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Buenos Aires: Paidós
- Campanario, J. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (2) pp. 155-169. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652/21486>. Consulta: abril 2013
- Díaz-Bárriga Arceo, F., y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. Buenos Aires: McGraw-Hill.
- Elby, A. (2010). Getting Started with Research on Epistemologies and Expectations. In *Getting Started in PER* (1, 2). Disponible en: <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=10578&DocID=2071> Consulta: abril 2013
- Farías, L., y Montero, M. (2005). De la transcripción y otros aspectos artesanales de la investigación cualitativa. *International Journal of Qualitative Methods*, 4(1),

- Article 4. Recuperado de [http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/4\\_1/pdf/fariasmontero.pdf](http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/4_1/pdf/fariasmontero.pdf) Consulta: Marzo 2013
- Hammer, D. (2000) Student resources for learning introductory physics. *Physics Education Research, American Journal of Physics Supplement*. 68 (7). p.52-59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1119/1.19520>. Consulta enero 2015.
- Hammer, D. y Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer, y P. R. Pintrich (Eds.), *Personal Epistemology: The Psychology of Beliefs about Knowledge and Knowing* (pp. 169-190). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hutchinson, S. (1988). Education and Grounded Theory. En Sherman, R. y Webb, R. *Qualitative Research in Education*. New York: Routledge. pp. 122-139
- Moreira, M. (2010) *¿Al final qué es el Aprendizaje Significativo?* Lección Inaugural del Programa de Posgrado en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Instituto de Física, Universidad Federal de Mato Grosso. Disponible en: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf> Consulta: febrero 2015.
- Moreno, J., Moya, A., Campanario, J y Otero, J. (1998). La Metacognición y el Aprendizaje de las Ciencias. En, Banet Hernández, E. y de Pro Bueno, A. *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 1, pp. 36-44.
- Otero, V. y Harlow, D. (2009). *Getting Started in Qualitative Education Research*. Disponible en: <http://www.compadre.org/per/document/ServeFile.cfm?ID=9122&DocID=1218&Attachment=1>
- Shulman, L. S., (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la Enseñanza. Una perspectiva contemporánea. En Wittrock (Ed.), *La investigación y su enseñanza*. Madrid: Paidós.
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.